

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-243738

(43)Date of publication of application : 19.09.1995

(51)Int.Cl.

F25D 1/02  
H01L 23/427

(21)Application number : 06-036045

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 07.03.1994

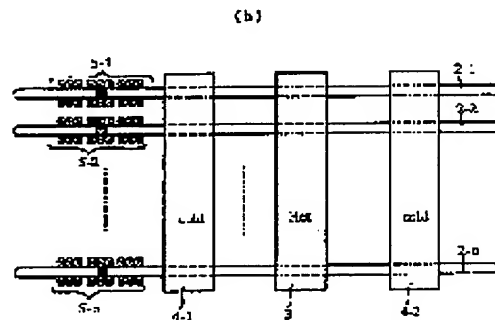
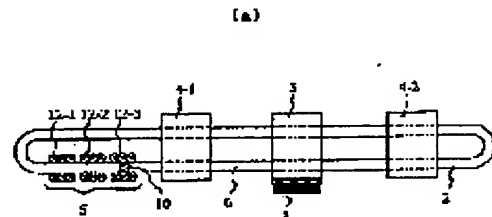
(72)Inventor : SHIKIDA MITSUHIRO  
SATO KAZUO  
TANAKA SHINJI  
HATADA TOSHIO  
OHASHI SHIGEO

## (54) MAGNETIC TYPE LIQUID VIBRATION PUMP AND COOLER FOR ELECTRONIC APPARATUS USING THE SAME

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a cooler for an electronic apparatus of a liquid-cooled thin structure which can be placed in an apparatus mounted at a high density and a magnetic type liquid vibration pump adapted therefor.

**CONSTITUTION:** The cooler for an electronic apparatus comprises a heat dissipating unit 3 in contact with a heat generator 1 of the apparatus, cooling units 4-1, 4-2 for dissipating heat from the generator, tubes 2-1-2-n connected thereto to heat transfer, and magnetic field generators 5-1-5-n formed of a plurality of coils and provided on outer peripheries of parts of the tubes 2-1-2-n. On the other hand, solid spherical magnetic elements 10 each having a diameter substantially the same as an inner diameter of the tube are inserted into the tubes 2-1-2-n provided on outer peripheries with the generators 5-1-5-n, and vibrated by magnetic forces generated from the generators. Heat transfer of liquid refrigerant sealed in the tube is expedited by the vibration of the element 10, and heat is transferred from the unit 3 to the units 4-1, 4-2 to be cooled.



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 7 - 2 4 3 7 3 8

(43) 公開日 平成7年(1995)9月19日

(51) Int. Cl. °

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

F 2 5 D 1/02

B

H 0 1 L 23/427

H 0 1 L 23/46

B

審査請求 未請求 請求項の数 1 6 O L

(全 1 1 頁)

(21) 出願番号 特願平6-36045

(22) 出願日 平成6年(1994)3月7日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 式田 光宏

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日

立製作所機械研究所内

(72) 発明者 佐藤 一雄

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日

立製作所機械研究所内

(72) 発明者 田中 伸司

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日

立製作所機械研究所内

(74) 代理人 弁理士 高崎 芳紘

最終頁に続く

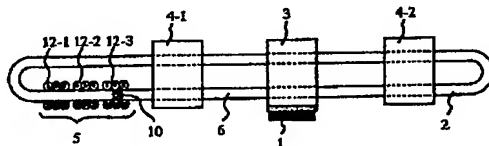
(54) 【発明の名称】 磁気式液体振動ポンプ及びそれを利用した電子機器用冷却装置

(57) 【要約】

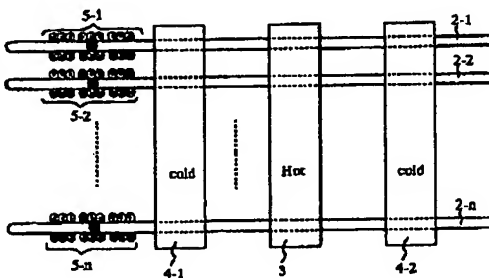
【目的】 高密度実装される機器内に搭載可能で、冷却効率の高い、液冷式で薄型構造の電子機器用冷却装置と、それに適した磁気式液体振動ポンプを提供する。

【構成】 電子機器用冷却装置は、電子機器の発熱部 1 に接する放熱部 3 と、発熱部からの熱を発散する冷却部 4-1、4-2 と、これらを接続して熱伝達を行うチューブ 2-1~2-n を備えており、これらのチューブ 2-1~2-n の一部の外周には、それぞれ、複数のコイルから構成される磁場発生装置 5-1~5-n が設けられている。一方、これら磁場発生装置 5-1~5-n が外周に設けられたチューブ 2-1~2-n の内部には、固体でチューブの内径とほぼ同じ径の球形磁性体 10 が挿入されており、磁場発生装置の発生する磁力で振動する。この球形磁性体 10 の振動によりチューブ内部に封入された液体冷媒 6 の熱伝達が促進され、放熱部 3 から冷却部 4-1、4-2 へ熱が伝達されて冷却される。

(a)



(b)



(1) 電子回路の高集積化によるチップ当たりの発熱量の増加

(2) LSI などの高密度実装による基板当たりの発熱量の増加

ところで、上記の発熱問題を解決する手段として、従来の比較的大型の計算機においては、空気や水などの冷媒を循環供給して冷却する冷却装置を設けて発熱部を冷却することが行われていた。しかし、かかる従来の比較的大型の計算機では、その冷却装置も、計算機の規模や価格あるいは寸法などと同様、電動モータ等を利用して冷媒を循環するポンプやコンプレッサーを備えた比較規模の大きい高価なものであった。

【0003】かかる比較的大型の冷却装置は、例えばスーパーコンピュータなどの大型の計算機などにおいては実用化されているが、しかしながら、例えばワークステーション、デスクトップ型及びラップトップ型のパソコン等、いわゆる比較的小型の電子機器では、その規模や価格あるいは寸法などから、到底そのままでは採用することが出来ない。

【0004】かかる問題点を解決するため、例えば特開平 2-196454 号公報によれば、回転式ファンを発熱部である LSI チップ上に直接取り付け気体（空気）で冷却する半導体パッケージの冷却方法が提案されている。また、特開昭 62-149158 号公報によれば、発熱部を冷却するための圧電振動子を用いた往復式ファンが提案されている。

【0005】さらに、従来技術として、特開平 3-25291 号公報によれば、棒状の永久磁石を磁気力により左右に駆動する冷却装置が知られている。加えて、電氣的にチューブ内の磁性流体を振動させる磁気力駆動装置が「磁性流体入門」（神山新一著、産業図書株式会社発行）に紹介されている。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】このように、上記の従来技術では、比較規模の大きい電気機器の発熱部を冷却するための電動モータ等を利用して冷媒を循環するポンプやコンプレッサーを備えた冷却装置は既に知られているものの、例えばワークステーション、デスクトップ型及びラップトップ型のパソコン等、いわゆる比較的小型の電子機器の発熱部、特にその演算装置（CPU）や記憶部などを効率的に冷却する小型の冷却装置は見あたらない。例えば、上記従来技術の回転式ファンは、LSI と同程度の大きさであるが、その厚さは 10mm 程度を要する。このため、回転式ファンは、回路基板をスタック状に高密度実装する際の大きな障害となる。

【0007】また、上記の従来技術の圧電振動子を用いた往復式ファンは、一端が固定されたバイモルフ振動子と駆動電源とからなる。このバイモルフ振動子は 10V の電圧で駆動される。一方、LSI の動作電圧は、通常、5V である。従って、往復式ファンを駆動するに

は、LSI 用の電源を 10V まで昇圧する電源回路が必要になり、これではむしろ基板上における LSI チップの高密度化を妨げることとなる。

【0008】一般的に、液体を熱伝達の媒体として用いる方法は、上述の回転式ファン及び往復式ファンに比べて冷却効果が大きいという利点がある。しかし、液体を振動あるいは循環させるための駆動部にピストン及びモータ等の複雑な機械要素を用いているため、上記の回転式ファン同様に、駆動部を小型化、薄型化することが困難であり、このことが回路基板の高密度実装の大きな妨げとなっている。また、特開平 3-25291 号公報により知られる冷却装置では、棒状の永久磁石を磁気力で左右に駆動する構造ではあるが、磁気力で棒状の永久磁石を左右に移動させる際、この棒状の永久磁石の表面と永久磁石を支えるチューブ内壁との間で生じる摩擦が大きく、永久磁石を駆動するのに大きな磁気力を必要とすることから、冷却装置の駆動部の小型化が妨げられ、駆動電力も増大してしまい、これでは小型の電子機器への適用が難しいという問題点があった。

【0009】そこで、本発明の目的は、上記の従来技術における問題点に鑑み、特に駆動部での小型あるいは薄型構造が可能で、必要な駆動電力も小さな磁気式液体振動ポンプを提供し、かつ、この磁気式液体ポンプを利用して、ワークステーション、デスクトップ型及びラップトップ型のパソコン等の比較的小型の電子機器へも容易に適用することが可能で汎用性が高く、冷却効率も良い電子機器用冷却装置を提供することにある。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】上記の本発明の目的を達成するために、本発明によれば、まず、内部に液体を封入し、少なくとも 1 の液体路を形成するチューブを備え、前記チューブの少なくとも一部には内径が円形の円筒状部が形成され、前記チューブの前記円筒状部の外側の周囲には磁場発生装置が配置され、かつ、前記チューブの前記円筒状部の内部には、少なくとも外形が球形で固体の磁性体が滑動可能に配置されており、前記磁場発生装置からの磁場による前記球形の固体磁性体の振動により前記チューブ内に封入された液体に少なくとも振動を与える磁気式液体振動ポンプが提案されている。

【0011】また、同時に、内部に液体を封入し、少なくとも 1 の液体通路を形成するチューブと、前記チューブの少なくとも一部に設けられ、前記チューブ内に流れる液体を一方方向にのみ導く一方方向弁と、前記チューブから分岐して設けられ、内部に液体を封入した分岐チューブと、前記分岐チューブの一部に設けられ、前記分岐チューブ内部に封入された液体に振動を与えると共に、前記チューブ内の液体を一方方向に移動させる駆動部とを備えた磁気式液体振動ポンプも提案されている。

【0012】なお、ここで磁気式液体振動ポンプとは、チューブ内に封入された液体に振動を与えるもの、さら

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内部に液体を封入し、少なくとも 1 の液体路を形成するチューブを備え、前記チューブの少なくとも一部には内径が円形の円筒状部が形成され、前記チューブの前記円筒状部の外側の周囲には磁場発生装置が配置され、かつ、前記チューブの前記円筒状部の内部には、少なくとも外形が球形で固体の磁性体が滑動可能に配置されており、前記磁場発生装置からの磁場による前記球形の固体磁性体の振動により前記チューブ内に封入された液体に少なくとも振動を与えることを特徴とする磁気式液体振動ポンプ。

【請求項 2】 前記請求項 1 の磁気式液体振動ポンプにおいて、前記チューブは閉ループを形成していることを特徴とする磁気式液体振動ポンプ。

【請求項 3】 前記請求項 1 の磁気式液体振動ポンプにおいて、前記磁場発生装置は励磁電流により振動磁場を発生するコイルから構成されていることを特徴とする磁気式液体振動ポンプ。

【請求項 4】 前記請求項 1 の磁気式液体振動ポンプにおいて、外周に前記磁場発生装置が配置された前記チューブの一部は、前記チューブの他の部分とは分離可能に構成されていることを特徴とする磁気式液体振動ポンプ。

【請求項 5】 前記請求項 1 の磁気式液体振動ポンプにおいて、外周に前記磁場発生装置が配置された前記チューブの両側には、前記球形の固体磁性体の移動を規制するための網状のチャンネルを設けたことを特徴とする磁気式液体振動ポンプ。

【請求項 6】 内部に液体を封入し、少なくとも 1 の液体通路を形成するチューブと、前記チューブの少なくとも一部に設けられ、前記チューブ内に流れる液体を一方方向にのみ導く一方弁と、前記チューブから分岐して設けられ、内部に液体を封入した分岐チューブと、前記分岐チューブの一部に設けられ、前記分岐チューブ内部に封入された液体に振動を与えると共に、前記チューブ内の液体を一方方向に移動させる駆動部とを備えたことを特徴とする磁気式液体振動ポンプ。

【請求項 7】 前記請求項 6 の磁気式液体振動ポンプにおいて、前記駆動部は励磁電流により振動磁場を発生するコイルから構成されていることを特徴とする磁気式液体振動ポンプ。

【請求項 8】 電子機器の発熱部での熱をチューブ内に封入した液体媒体を介して冷却部に移動させる電子機器用冷却装置であって、前記チューブは、前記電子機器の発熱部に近接した位置に配置される放熱部を経由する経路を形成し、前記チューブの少なくとも一部には、前記チューブ内に封入された液体媒体に振動を与えるための振動発生手段が設けられ、前記電子機器の発熱部での熱を前記放熱部を介して少なくとも前記チューブ内に封入した液体媒体の振動によって冷却部に移動させることを

特徴とする電子機器用冷却装置。

【請求項 9】 前記請求項 8 の電子機器用冷却装置において、さらに、前記チューブ内に封入された液体媒体を循環させるための手段を含んでいることを特徴とする電子機器用冷却装置。

【請求項 10】 前記請求項 8 の電子機器用冷却装置において、前記チューブは複数の経路を形成することを特徴とする電子機器用冷却装置。

【請求項 11】 前記請求項 8 の電子機器用冷却装置において、前記チューブが閉ループを形成していることを特徴とする電子機器用冷却装置。

【請求項 12】 前記請求項 8 の電子機器用冷却装置において、前記振動発生手段は、電磁力により前記チューブの一部に封入された固体の球形磁性体を振動させることを特徴とする電子機器用冷却装置。

【請求項 13】 前記請求項 8 記載の電子機器用冷却装置において、前記放熱部の両側に二つの独立した冷却部を前記チューブを介して接続し、前記振動発生手段の振動により該放熱部に蓄積された熱を該冷却部へ伝達するたことを特徴とする電子機器用冷却装置。

【請求項 14】 前記請求項 8 記載の電子機器用冷却装置を、ワークステーション、デスクトップ型及びラップトップ型のパーソナルコンピュータを含む小型電子機器の発熱部の冷却に使用することを特徴とする電子機器用冷却装置。

【請求項 15】 前記請求項 14 の電子機器用冷却装置において、冷却する前記小型電子機器の発熱部は中央演算部であることを特徴とする電子機器用冷却装置。

【請求項 16】 前記請求項 8 の電子機器用冷却装置をラップトップ型パーソナルコンピュータに適用したもののにおいて、当該ラップトップ型パーソナルコンピュータの中央演算部を発熱部として前記放熱部を表面に取り付け、箱体の一部に前記チューブを配回して前記冷却部を構成することを特徴とする電子機器用冷却装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、例えばワークステーション、デスクトップ型及びラップトップ型（ノートブックサイズのものも含む）などのパーソナルコンピュータ（パソコン）等、いわゆる比較的小型の電子機器の冷却に関し、特に、磁気式液体振動ポンプ、及び、それを利用して熱を発生する電子回路部品を冷却する電子機器用冷却装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年におけるワークステーション、デスクトップ型及びラップトップ型のパソコン等、いわゆる比較的小型の電子機器の発達は著しく、その演算装置（CPU）の高速化に伴い、装置内で発生する熱量が多くなってきている。その主な原因として、以下の点が考えられる。

には、この振動により液体を循環させるものをも包含する意味である。

【0013】次に、やはり上記の本発明の目的を達成するため、さらに、上記の磁気式液体振動ポンプを利用した電子機器用冷却装置であって、電子機器の発熱部での熱をチューブ内に封入した液体媒体を介して冷却部に移動させる電子機器用冷却装置であって、前記チューブは、前記電子機器の発熱部に近接した位置に配置される放熱部を経由する経路を形成し、前記チューブの少なくとも一部には、前記チューブ内に封入された液体媒体に振動を与えるための振動発生手段が設けられ、前記電子機器の発熱部での熱を前記放熱部を介して少なくとも前記チューブ内に封入した液体媒体の振動によって冷却部に移動させる電子機器用冷却装置が提起されている。

【0014】

【作用】すなわち、本発明によれば、まず、上記の2つの磁気式液体振動ポンプは、いずれも、チューブ内径とほぼ等しい大きさを有する固体の磁性体もしくは永久磁石を用いてこれをコイルなどの磁場発生装置により振動させるだけであり、複雑な機械要素が無く、そのため、駆動部での小型化あるいは薄型構造が可能で、必要な駆動電力も小さな磁気式液体振動ポンプを実現することが出来る。

【0015】さらに、上記の磁気式液体振動ポンプを冷却装置として利用することにより、ワークステーション、デスクトップ型及びラップトップ型のパソコン等、高密度実装により内部空間も狭く、しかも、装置内での発生熱量も増加している小型電子機器の冷却を、液冷式により冷却効率よく実現することが出来、しかも、従来の液冷式に比較して容易に適用することが可能となる。

【0016】加えて、以下に詳細に説明する実施例からも明らかとなるように、本発明の好ましい実施態様によれば、流体駆動用磁性体として、チューブ内径とほぼ等しい大きさを有する固体の磁性体もしくは永久磁石を用いているので、(1)微粒子を液体に分散させた磁性流体の時に比べ、磁性体部分に働く力が強く磁性体を高速に移動させることができる、(2)扱う流体に制限が無い等の利点がある。また、冷却装置は磁性体を挿入するチューブと、コイル形成用ボビンとを分離することが可能であるので、チューブ内の媒体の取替えが容易である。更に、チューブ用チャンネル形状の異なるボビンを用いることにより、冷却能率の異なる冷却装置を実現出来る。

【0017】さらに、また、チューブ内の磁性流体を電氣的に振動させる磁気力駆動装置は、チューブ内の磁性流体をピストンとして利用しているため、複雑な機械要素がなく、装置の小型化に適している。磁気力駆動装置では、磁場中において直径100オングストローム(10<sup>-10</sup>m)以下の磁性微粒子に働く力を用いて流体全体を振動させている。磁性微粒子に働く力は微粒子の体積

に依存する。従って、磁性微粒子を含む流体全体に働く磁気力は小さく、磁性流体を高速に移動させることが困難である。また、磁性流体を用いた方法では、磁性流体がチューブ内の媒体に拡散するのを防ぐために、磁性流体の溶媒がチューブ内の媒体と混合しないような液体の選択をする必要があり、使用可能な溶液に制限がある。

【0018】

【実施例】以下、添付の図面を用いながら、本発明の実施例の詳細について説明する。図1は、本発明の磁性体を用いた磁気式液体振動ポンプ及びそれを利用した電子機器用冷却装置の原理を示す図である。図1(a)は、本発明による冷却装置の構成を示す側面図であり、また、図1(b)はその平面図である。この冷却装置では、演算装置(CPU)などの高集積化電子回路(LSI)である発熱素子部1は、図中に「Hot」で示した熱伝達の優れた金属板などから形成される放熱部3の下面に接触して設けられている。この放熱部3には、本実施例では上下に一对の穴が形成されており、これらの穴を通して、複数のチューブ(2-1~2-n)が内部に液体の冷媒を封入して閉ループの液体流路を形成している。本実施例では、この放熱部3の左右には、やはり熱伝達の優れた金属板などから形成される冷却部(「Cold」)4-1、4-2が設けられ、上記のチューブ2は、やはり、冷却部4-1、4-2の上下に一对形成した穴を通っている。そして、本発明によれば、上記チューブ2の一部(上記の実施例では、冷却部4-1の左側)には、内部に封入した媒体6を振動させるための駆動部5-1~5-nが設けられている。なお、上記の放熱部3及び冷却部4は、図示はしないが、その放熱効果を大きくするために表面には放熱フィンを取り付けた構造になっている。

【0019】次に、上記駆動部5の詳細な構造が、図2に示されている。なお、この図は、チューブ2内の固体の球形磁性体10の位置と、コイルの通電状態との関係を示しているが、駆動部5の詳細な構造の説明のためには、図2(a)を参照しながら説明を行う。すなわち、少なくともこの駆動部5においては、上記の内部に液体を封入し、液体流路の閉ループを形成するチューブ2は、内径が円形の円筒状に形成されており、その内部には、少なくとも外形が球形の固体の球形磁性体10が配置され、その内壁面を滑動可能な状態になっている。また、この駆動部5においては、上記チューブ2の外壁の周囲には、磁力を発生する複数のコイル12-1~12-3からなる磁場発生装置が配置されている。

【0020】さらに、図3には、上記のコイル12-1~12-3を駆動するための冷却装置の駆動回路の一例を示している。図からも明らかなように、この駆動回路は5つの駆動用コイル#1~#5を駆動するものであるが、この駆動用コイルを3個にすれば、上記図3のコイル12-1~12-3を駆動することが出来ることは言

うまでもない。そして、この駆動回路は、固体の球形磁性体 10 を駆動するための電気回路部 13 と、電気回路部へのスタート信号を供給するスイッチ 14 からなる。なお、駆動部は固体の球形磁性体 10 と上記の複数の駆動用コイル #1 ~ #5 とからなる。また、上記磁性体駆動用の電気回路部 13 は、発振器 131 と、論理回路及びドライブ回路部 132 からなる。また、これらの発振器 131 と、論理回路及びドライブ回路 132 には、5V の駆動電源が供給されている。

【0021】次に、以上に説明した本発明の磁性体を用いた磁気式液体振動ポンプ及びそれを利用した電子機器用冷却装置の動作を、上記の図 1 ~ 図 3 に加え、さらに、図 4 の出力波形図を用いて以下に説明する。

【0022】まず、図 4 に示すように、冷却装置の駆動回路を構成するスイッチ 14 を時刻 t でオン (ON) すると、図 4 (a) のように、出力 O は、時刻 t 以降、オン状態となる。これに伴い、電気回路部 13 の発振器部 131 では、基準となるパルス電圧信号 P を供給する。一方、論理回路部及びドライブ回路部 132 では、上記発振器 131 からの発振パルス電圧信号 P を受け、図 4 (b) に示すような、各コイルに応じた駆動電気信号を出力する。この図 4 (b) には、固体の球形磁性体 10 を一往復させるときに、各コイル #1 ~ #5 に供給する駆動電気信号の電流波形のタイムチャートを示している。なお、この実施例では、回路構成要素は全て 5V の駆動電源電圧で動作し、図 2 に詳細を示した駆動部 5 の 3 個のコイル 12-1 ~ 12-3 を駆動するためには、図 3 の駆動用コイル #1 ~ #5 の内の 3 個のコイル #3 ~ #5 だけを用い、論理回路部及びドライブ回路部 132 は、図 4 (b) に示した駆動電気信号の内の #3 ~ #5 だけを用いることとなる。なお、その場合の 1 周期は、図 4 に示している 1 周期とは異なり、駆動電気信号 #3 の間の期間となる。

【0023】続いて、上述のような駆動電気信号 #3 ~ #5 が 3 個のコイル 12-1 ~ 12-3 に供給されると、図 2 の冷却装置の駆動部 5 において、チューブ 2 内に挿入された固体の球形磁性体 10 は、その位置を、上記コイル 12-1 ~ 12-3 の通電状態との関係で前後に移動し、チューブ 2 内を前後に振動することとなる。例えば、図 2 (a) にはコイル 12-1 に電流を流した場合の状態が示されており、コイル 12-1 に励磁電流が流れて形成される磁場により、球形磁性体 10 は、このコイル 12-1 の位置に移動する。次に、コイル 12-2 に励磁電流を流すと、図 2 (b) に示すように、球形磁性体 10 は図の右方向に移動する。従って、コイル 12-1 からコイル 12-3 方向に順次電流を流すことにより、球形磁性体 10 は右方向にステップ状に移動する (図 1 (a) ~ 図 1 (c))。その後、コイル 12-1 ~ 12-3 の通電状態を、上記の場合とは逆に、12-3 から 12-1 の方向に順次変えていくと、球形磁性

体 10 は図の左方向にステップ状に移動する。以上のように、コイルの通電状態を順次変えることで、球形磁性体 10 がチューブ 2 内を往復運動、すなわち振動することとなる。

【0024】再び図 1 に戻って、発熱素子部 1 の熱は放熱部 3 とチューブ 2 内の液体冷媒 6 を介して冷却部 4-1、4-2 に伝達されるが、この時、上記図 2 の冷却装置の駆動部 5 において、チューブ 2 内の球形磁性体 10 の振動によりチューブ 2 内に封入された液体の冷媒 6 も振動することとなる。すなわち、この固体球形磁性体 10 による振動により、液体冷媒 6 内での熱の伝達が促進され、放熱部 3 から冷却部 4-1、4-2 への熱輸送能力が大きくなり、その結果、発熱素子部 1 での冷却効果が大きくなる。このように、本発明による冷却装置は、チューブ内に封入した磁性体を振動させて発熱部を冷却するため、複雑な機械要素がなく、チューブ形状及びボビン形状を変えることのみで薄型な冷却装置を実現することができる。

【0025】なお、上記の実施例では、チューブ 2 は閉ループになっているため、球形磁性体 10 の振動の伴うチューブ 2 内の体積変化はない。また、図 1 の冷却装置では一本のチューブが放熱部 3 及び冷却部 4-1、4-2 を、それぞれ、二回通過する構造を採用することによって冷却効率を上げている。加えて、上記の実施例では、チューブ 2 内に封入する液体冷媒として、例えば水を使用しているが、しかしながら、本発明はこれだけに限定することなく、他の液体の冷媒を使用することも可能である。

【0026】また、本実施例では、図 2 (a) にも示したように、磁性体駆動用のコイル 12-1 ~ 12-3 の両端部の外側で、チューブ 2 内に網状のチャンネル 72、72 を設け、これによりコイル 12-1 ~ 12-3 に励磁電流が流れていない時でも、上記固体の球形磁性体 10 が冷却装置の駆動部 5 から離脱することのないように、網状チャンネル 72、72 間に保持されるような構造に成っている。これにより停電時など、突発的に電源が切れたときでも球形磁性体 10 を一定の位置に保持しておくことが可能になる。さらに、本実施例では、各コイル 12-1 ~ 12-3 の幅は固体の球形磁性体 10 の直径とほぼ同一にしてあるが、これらコイルの幅を球形磁性体 10 (直径) に比べて小さくすることにより、この固体の球形磁性体 10 を細かく移動させることが出来る。また、チューブ 2 は、駆動部 5 においてのみ内径円形の円筒形状とし、その他の部分は扁平形状などにすることも可能であり、このような扁平形状のチューブ 2 によれば発熱素子部 1 と直接接触する場合の接触面積の増大あるいは装置の薄型化等にも効果があり、その場合、球形磁性体 10 の移動を阻止する上記の網状のチャンネル 72、72 の設置も不要になる。

【0027】さらに、上記の実施例では、冷却装置の駆

動部 5 においてチューブ 2 内に挿入された固体の磁性体 10 は球形である。このように、本発明では、駆動部に球形の磁性体 10 を用いることにより、磁性体 10 はチューブ 2 の内壁とは線で接触することとなり、例えば駆動部に棒状の磁性体を使用した場合に比較して、磁性体 10 がチューブ 2 の内壁との間で生じる摩擦を最小にすることが出来、この結果、この球形の磁性体 10 をチューブ 2 内で容易に左右に移動させることが出来るという利点がある。このことは、さらに、上記球形の磁性体 10 を駆動するのに必要な電磁力が小さくて済むため、コイル 12-1~12-3 の部分での消費電力も小さくなり、これによって、上記の実施例のような 5V の駆動電源による装置の駆動が可能になっている。また、磁性体 10 には、直径 1.5mm の球形のニッケルを用いた。ニッケルは耐腐食性が良いため、各種の液体冷媒の流体を駆動することが出来る。なお、耐腐食性を必要としない場合には、磁性体の材料として鉄、コバルトなどの強磁性体を用いることも可能である。

【0028】図 5 は、本発明による冷却装置の駆動部の他の実施例を示す断面図である。この図 5 の駆動部では、上記の実施例と同様に球形の磁性体 10 と、4 個の駆動用コイル 12-1~12-4 と、さらに、チャネル 72、72 に加えて、特に、磁場発生装置である上記コイル 12-1~12-4 上に磁性体ヨーク 70-1~70-4 を設けることによって構成されている。

【0029】なお、上記の各駆動用のコイル 12-1~12-4 は、絶縁被覆された銅線を数百回巻き、樹脂でコイル部分をモールドしたものである。コイルによる磁場の強さはコイルのターン数及びコイル内を流れる電流に比例する。従って、コイルのターン数及び電流を大きくすることにより強力な磁場が得られる。なお、コイルの巻数及び電流の大きさは磁場による磁性体の応答速度に応じて決定される。チューブには直径 2mm のものを用いたが、チューブの直径及び硬さは冷却装置の厚さ及び柔軟性から決定される。

【0030】この図 5 では、コイル 12-2 に電流を流した場合を示している。この場合、磁気回路は断面「コ」の字型の磁性体ヨーク 70-2 と、球形磁性体 10 とで形成される。なお、このような構成によれば、コイル 12-2 上の磁力線を磁性体ヨーク 70-1~70-4 内に閉じ込めているため、磁力線はほとんど「コ」の字状の磁性体ヨーク 70-2 の外の空間に広がることはないことから、比較的小さな励磁電流でも球形磁性体 10 を十分に振動することが出来、装置の小型化に効果を発揮する。また、球形磁性体 10 は各コイルコイル 12-1~12-4 に供給する電気信号を制御することで左右に移動する。球形磁性体 10 は各コイルコイル 12-1~12-4 から発生する磁場により通電状態のコイル下に移動しながら振動することとなる。

【0031】図 6 には、さらに、上記図 5 で示した駆動

部の変形例を示している。この変形例によれば、図からも明らかなように、上記断面「コ」の字型の磁性体ヨーク 70-1~70-4 を一体にした構造のものである。すなわち、この磁性体ヨークは、磁性体 71 と 5 枚の円環（鏢状）状磁性体 73、73…（フィン）とを組み合わせるによって構成されている。この実施例においても、上記図 5 の実施例と同様に、磁力線はほとんど磁性体ヨーク 71 の外側の空間に広がることはないのは勿論、さらに、ヨーク部がさらに小型化される。

【0032】図 7 は、本発明による駆動部のさらに他の実施例を示す断面図である。この図 7 に示した実施例は、上記に示した実施例に比較して、以下に示す特徴点を有している。

(1) 磁性体 10' の形状を楕円形にし、しかも磁性体 10' を保磁力の高い物質（例えば永久磁石）にする。

(2) 磁場発生装置（コイル 12）を一つにし、交流電圧で磁場を発生する。ここで、磁性体を楕円体形状にする理由は以下の通りである。

磁性体に永久磁石を用いた場合、磁性体の横方向（チューブの軸方向と平行）を貫く磁力線の向きを反転させることで、永久磁石を左右に移動させることが可能である。しかし、この永久磁石が球である場合には磁力線が反転しても球状の永久磁石は左右移動しない（球が半回転するだけである）。従って、磁性体に永久磁石を用いる場合には磁性体の形状をラグビーフットボールのような楕円体にししないと、左右に移動させることができない。

【0033】すなわち、上記の複数の実施例では複数のコイルを用いて球形磁性体 10 を駆動して振動させている。これは、上記球形磁性体 10 に保磁力の小さい物質（例えば鉄やニッケルなど）を用いたためである。一方、この図 7 に示すように、磁性体 10' として、磁化を保持した磁性体（永久磁石）を用いれば、楕円体形磁性体 10' の横方向を貫く磁力線の向きを反転するだけで、容易に楕円体形磁性体 10' を左右に駆動することが出来る。なお、この磁力線の反転は、実施例に示すように、ただ一つのコイル 12 に交流電圧を印加することにより得られる。従って、図 7 に示した駆動部では、一つのコイル 12 で楕円体形磁性体 10' を振動させることが出来ることとなり、さらに、装置の小型化及び省電力化に効果を発揮する。

【0034】図 8 は、上記図 6 に示した駆動部（但し、コイル数を 3 個にしたもの）の、特に、コイルとヨークを備えた磁場発生装置の製作手順を示すプロセス図である。図 8 (a) には、コイルを巻くためのボビン 100 が示されている。ボビン 100 は、複数（但し、この実施例では 4 枚）の磁性体のフィン 73、73…と中空の筒 80 とから成る。各コイル 12-1~12-3 は磁性体のフィン 73、73…間に形成される。コイル 12-1~12-3 を巻いた後のボビン 100 の様子を図 8



(b) に示す。ボビン 100 にコイル 12-1 ~ 12-3 を巻いた後、図 8 (c) に示すように、これらコイル部を樹脂 81 で固定し、さらに、磁性体キャップ 73-1 をコイル部上に配置し、もって、磁性体のフィン 73、73... と磁性体キャップ 71-1 とからなる磁気回路を形成する。最後に、図 8 (d) に示すように、ボビン 100 の中空部 (チューブ用チャネル) 110 にチューブ 2 を通す。このような (構造の) 駆動部を用いた冷却装置は、磁性体を挿入するチューブとコイル形成用ボビンとを分離することが可能であるのでチューブ内の媒体の取替えが容易である。また、チューブ用チャネル形状の異なるボビンを用いることにより、冷却効率の異なる冷却装置を実現することも出来る。なお、図 8 には磁性体のフィン 73 を 4 つ設けた構造 (コイル数: 3) を示したが、ボビンに形成するフィンの数は使用するコイルの数に応じて変えることが望ましい。また、図 5 及び図 7 に示した駆動部の磁場発生装置も、基本的には上記図 8 に示したようなボビンを用いてコイルに形成する。

【0035】図 9 は上記図 8 で示した磁場発生装置のコイルを製造するために使用される各種のボビン 100 の形状を示す斜視図である。図 9 (a) は一つのボビン 100 に一つのチューブ用チャネル 110 を設けた構造を示している。図 9 (b) のボビン 100 は、上記図 9

(a) のボビンを薄型化したものであり、その横長楕円形のチューブ用チャネル 110 内には複数本のチューブ 2 が挿入される。さらに、図 9 (c) は、一つのボビン 100 に複数個のチューブ用チャネル 110、110 を設けた構造のボビン 100 の構造を示している。なお、これらのボビン 100 の断面形状は、冷却を行うために必要なチューブ数や冷却を要する機器内の構造や形状、さらには、冷却効率などを考慮して決定されることが望ましい。

【0036】図 10 は、本発明の冷却装置の駆動部のさらに他の実施例を示す断面図である。この図 10 の実施例は、特に上記の図 5 ~ 図 7 に示した磁場発生装置の変形例を示している。具体的には、磁場発生装置であるコイル 12 が周囲に配置された冷却用チューブ 2 の一部を、他のチューブ部分から着脱自在に接続部を変えたものである。すなわち、上記の図 5 ~ 図 7 に示した実施例では、球形磁性体 10 を内部に封入した冷却用チューブ 2 をコイル 12 が発生する磁場内、具体的には、磁場発生用ボビン 100 のチューブ用チャネル 110 内に挿入することで、球形磁性体 10 を振動させて冷却用媒体を振動させる駆動部を形成していた。このため、冷却用チューブ 2 に亀裂が生じた時には、上記駆動部を分解する必要があるが、上記の構造からこの部分だけを取り外すことが出来ず、全体を取り外さなければならなかった。このような欠点を解決した構造が、この図 10 に示した実施例である。

【0037】この図 10 の実施例では、球形の磁性体 1

0 と、4 個の駆動用コイル 12-1 ~ 12-4 と、チャネル 72 と、コイル上の磁性体ヨーク 70-1 ~ 70-4 と、冷却チューブ接合部 120 とが一体構造になっている。このような構造によれば、駆動部の冷却チューブ接合部 120 に冷却チューブ 2 を取り付けすることで、上記の図 5 ~ 図 7 に示した駆動部と同一機能を有する構造になる。なお、このような駆動部の構造では、駆動部のみを図 1 に示した冷却装置の全体から分離することが可能であるので、駆動部の保守や点検が容易になるという利点がある。また、冷却チューブ接合部 120 にチューブ径の異なる変換継手などを付加することで、様々なチューブ径の冷却装置にも使用することが出来る。

【0038】図 11 は、上記に種々示した本発明の電子機器用冷却装置において利用されている磁気式液体振動ポンプの他の実施例を示す。すなわち、上記実施例の冷却装置の駆動部 5 において使用されている磁気式液体振動ポンプでは、チューブ 2 内に封入された液体冷媒を振動させることにより液体冷媒内での熱の伝達を促進するものであり、チューブ 2 内の液体冷媒を移動 (例えば、循環) させるものではない。これに対して、この図 11 の実施例では、以下に述べる磁気式液体振動ポンプの構造により、チューブ 2 内の液体冷媒を振動させることによって熱伝達を促進すると同時に、液体冷媒のチューブ 2 内での移動 (循環) をも行わせることによって、液体冷媒の熱の伝達効率を著しく向上させるものである。

【0039】この磁気式液体振動ポンプは、図にも示すように、駆動部に流体を一方方向に流すためのチューブ 131 と、このチューブ 131 の一部に設けられた一対の一方方向弁 135、135 と、上記一対の一方方向弁 135、136 の間でチューブ 131 から向かって分岐して設けられたチューブ 130 と、上記チューブ 130 の一部に設けられた駆動部から構成される。なお、この駆動部は、球形の磁性体 10 と、4 個の駆動用コイル 12-1 ~ 12-4 と、チャネル 72 と、コイル上の磁性体ヨーク 70-1 ~ 70-4 と、冷却チューブ接合部 120 とが一体構造になっており、図 10 に示した駆動部と同じ構造のものである。また、本実施例では、これらの一方方向弁 135、136 はバネ状の板を利用したものであるが、その他の構造の一方方向弁でもよく、また、その数も 1 個だけでも良い。一方、球形の磁性体 10 はコイル 12-1 ~ 12-4 からの磁気力により上下に駆動されることにより、チューブ 131 内の流体は、一方方向弁 135、136 の働きにより、図の左から右方向に移動する。

【0040】その原理を説明すると、例えば、今、球形磁性体 10 が上方向に移動すると、右側の一方方向弁 136 が閉じ、一方、左側の一方方向弁 135 が開く。その結果、新しい流体がチューブ 131 の左側から導入される。次に、球形磁性体 10 を下方向に移動させると、先程とは逆に、右側の一方方向弁 136 が開き、左側の一方



向弁 135 が閉じ、この結果、一方向弁間の流体は右側の一方向弁 136 を介して、右方向に移動する。このような球形磁性体 10 の上下動を連続的に行うことにより、チューブ 131 内を流体が左から右方向に移動するポンプになる。チューブ 131 内を通過する流体の速度は磁性体 10 の上下の変位もしくは移動速度を変えることにより任意に設定することが可能である。また、本実施例では駆動部の上側に分岐したチューブ 130 を接続しており、このチューブ 130 の先には、図示はしないが、さらにペローズ構造のセル、もしくは、チューブ 131 内を通過する流体と同一圧力の流体が蓄えられているセルにつながれている。このセルを用いることにより球形磁性体 10 の上下動を容易にしている。この図 11 の実施例では、駆動部に図 10 に示した構造の駆動部を用いたが、これに限らず、例えば上記図 5～図 7 に示した構造の駆動部を用いることも可能である。

【0041】最後に、図 12 には、上記に説明した磁気式液体振動ポンプ及びそれを利用した冷却装置を実際に電子装置である小型コンピュータ、特に、ラップトップ型のパソコン（ノートサイズ）に適用した場合の配置構成を示している。このラップトップ型のパソコンは、ヒンジ機構によって互いに連結された上下の筐体 201、202 から構成され、上側の筐体 201 には表示装置としての液晶ディスプレイ 203 が、そして、下側の筐体 202 にはキーボードなどが一体に取り付けられている。そして、下側の筐体 202 の内部には、ハードディスク 204 やフロッピーディスクドライブ 205 と共に、回路基板 206 が内蔵されており、この回路基板 206 上には、RAM や ROM などの記憶回路素子や画像処理回路素子等と共に、発熱素子である中央演算回路素子（CPU）207 が配置されている。

【0042】そして、本発明の冷却装置を採用した冷却構造によれば、図にも示すように、上記発熱素子である中央演算回路素子（CPU）207 の上面には放熱部 208 が取り付けられ、さらに、その奥には駆動部 209 と、この駆動部に電気信号を出力して駆動する駆動回路 210 が配置されている。なお、放熱部 208 は上記図 1 に示したような金属板であり、駆動部 209 は上記図 5 から図 7、または図 10 に示すような構成であり、駆動回路 210 はその一例が図 3 に示されている。また、このラップトップ型のパソコンへの採用例では、放熱部 208 で発生した熱を放熱するための冷却部としては、可撓性のチューブ 211 を上側筐体 201 の液晶ディスプレイ 203 の背面に配回して放熱による冷却を図っている。このように、本発明の冷却装置を採用することにより、冷却効率の高い液冷式の冷却装置を小型のラップトップ型パソコンなどへも容易に採用することが可能になる。また、駆動部 209 として上記図 11 の磁気式液体振動ポンプを用いることにより、液体冷媒を振動するだけでなくこれを循環させることにより、より冷却効率

の優れた冷却構造を実現することが可能になる。

#### 【0043】

【発明の効果】以上の詳細な説明からも明らかなように、本発明になる磁気式液体振動ポンプによれば、小型化あるいは薄型構造が可能であり、必要な駆動電力も小さな、冷却装置の駆動部となる磁気式液体振動ポンプを提供することが可能になり、さらに、この磁気式液体振動ポンプを利用することにより、ワークステーション、デスクトップ型及びラップトップ型のパソコン等の比較的小型の電子機器へも容易に適用することが可能で汎用性が高く、冷却効率も良い電子機器用冷却装置を提供することが可能になるという優れた効果を発揮する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の磁気式液体振動ポンプを利用した電子機器用冷却装置の説明するための側面及び平面図である。

【図 2】上記図 1 に示す電子機器用冷却装置の磁性体を用いた駆動部の詳細構造及びその動作原理を示す動作原理図である。

【図 3】上記図 1 に示す電子機器用冷却装置の駆動回路の回路構成を示す図である。

【図 4】上記図 4 に示した駆動回路の駆動出力の信号波形を示す図である。

【図 5】本発明の電子機器用冷却装置における駆動部の他の実施例を示す断面図である。

【図 6】上記の図 5 に示した電子機器用冷却装置の駆動部の変形例を示す断面図である。

【図 7】本発明による電子機器用冷却装置の駆動部における、他の実施例を示す断面図である。

【図 8】上記電子機器用冷却装置の磁場発生装置のコイルを製造する工程を示す図である。

【図 9】本発明による磁気力を利用した駆動部のボビンの各種構造を示す斜視図である。

【図 10】本発明による電子機器用冷却装置の駆動部における、さらに他の実施例を示す断面図である。

【図 11】本発明の電子機器用冷却装置に利用されるが、上記とは異なる原理による磁気式液体振動ポンプの構造を示す断面図である。

【図 12】本発明による電子機器用冷却装置をラップトップ型パソコンに適用した場合の配置構成を示す斜視図である。

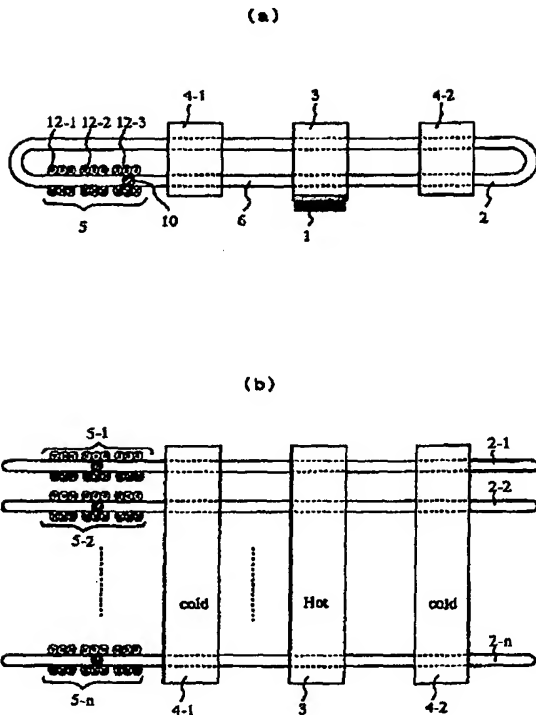
#### 【符号の説明】

- 1 発熱素子
- 2、2-1～2-n チューブ
- 3 放熱部
- 4-1～4-2 冷却部
- 5、5-1～5-n 媒体駆動部
- 6 媒体
- 10 磁性体
- 12、12-1～12-4 コイル

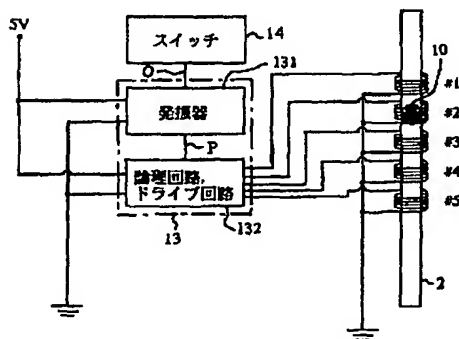
15

- 70、70-1~70-4、71、81 磁性体、  
 72、72-1、72-2 メッシュ  
 73 冷媒  
 74 冷却用キャップ  
 100 ボビン  
 110 中空部 (チューブ用チャネル)  
 120 冷却用チューブ接続部  
 130 チューブ

【図1】



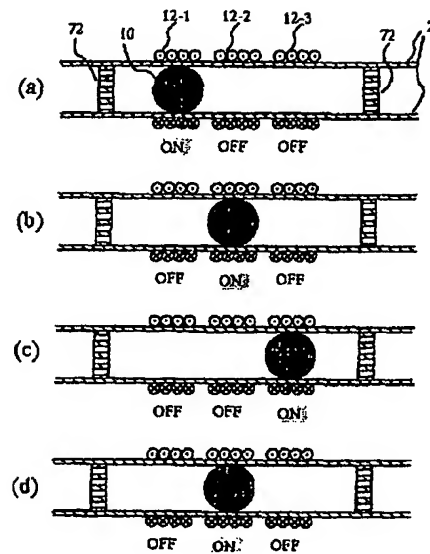
【図3】



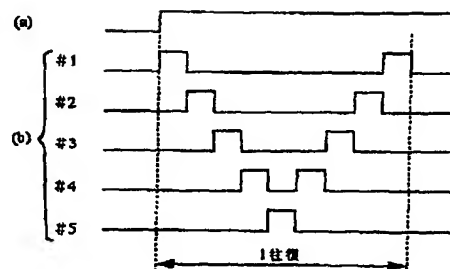
16

- 131 分岐チューブ  
 135、136 一方向弁  
 201、202 框体  
 207 中央演算部  
 208 放熱部  
 209 駆動部  
 210 駆動回路  
 211 可撓性チューブ

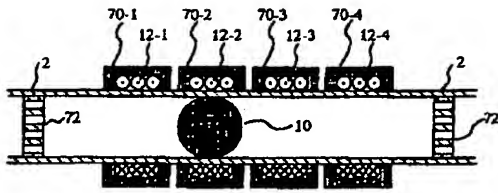
【図2】



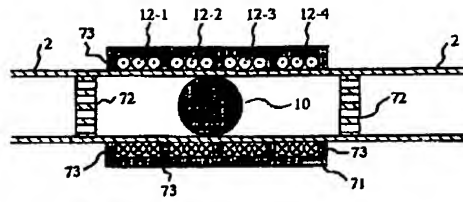
【図4】



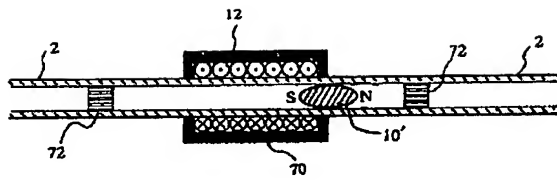
【図 5】



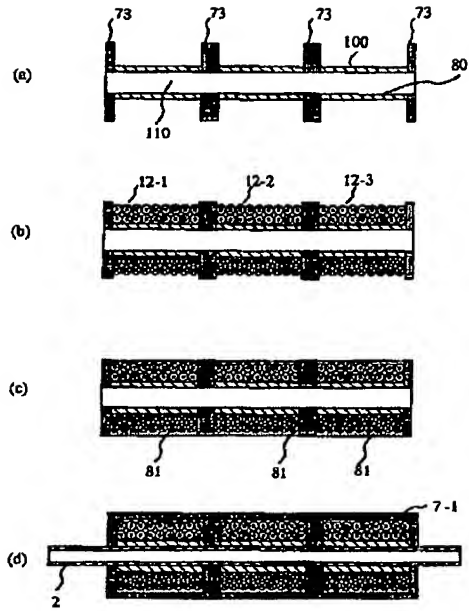
【図 6】



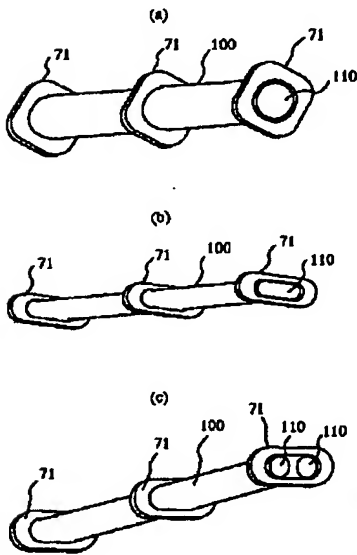
【図 7】



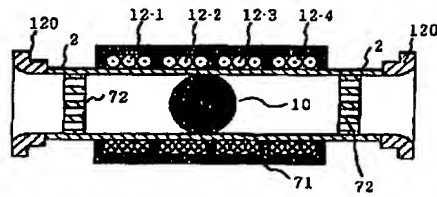
【図 8】



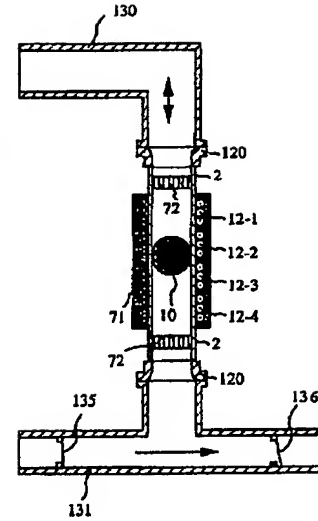
【図 9】



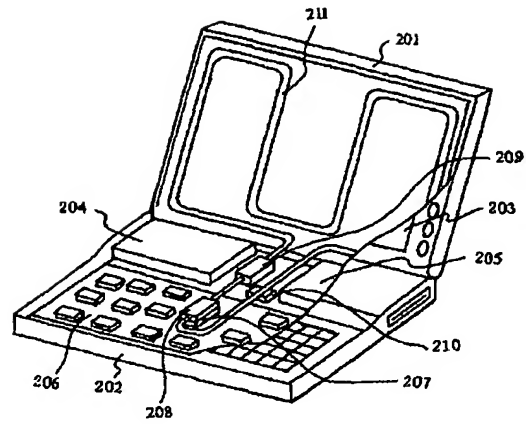
【図 10】



【図 11】



【図 12】




---

フロントページの続き

(72)発明者 畑田 敏夫  
 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日  
 立製作所機械研究所内

(72)発明者 大橋 繁男  
 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日  
 立製作所機械研究所内